نام و نام خانوادگی:

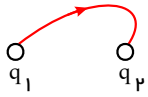
زمان برگزاری: ۹۰دقیقه

نام آزمون: فیزیک یازدهم فصل اول (تشریحی)

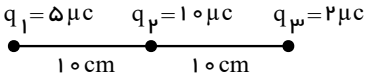
تاریخ آزمون:

سید بهروز پرتوی

۱ دو بار q_1 و q_2 به فاصلهٔ r از هم واقع شده‌اند و یکی از خطوط میدان الکتریکی بین آنها به‌صورت شکل مقابل است. در مورد علامت و اندازهٔ بارها چه می‌توان گفت؟

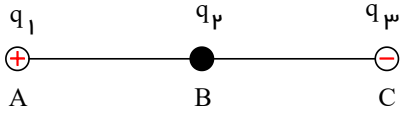


۲ در شکل مقابل نیروی خالص واردشده به بار q_3 چقدر و در چه جهتی است؟



۳ دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 مطابق شکل در نقطه‌های A و B ثابت شده‌اند و q_3 در نقطهٔ C در راستای AB در حال تعادل است:

(q_1 مثبت و q_3 منفی است)



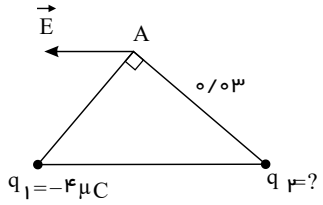
الف) نوع بار q_2 مثبت است یا منفی؟

ب) مقادیر $|q_1|$ و $|q_2|$ را مقایسه کنید.

۴ در شکل روبه‌رو ذرهٔ باردار q_1 و q_2 در دو رأس مثلث متساوی‌الساقین ثابت شده‌اند و میدان $\vec{E}$ حاصل از این دو بار در رأس A است.

الف) بار q_2 مثبت است یا منفی؟

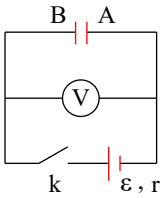
ب) اندازهٔ q_2 را طوری تعیین کنید که بزرگی میدان $\vec{E}$ برابر با $۵ \times ۱۰^{۷}\ \frac{N}{C}$ باشد.



۵ در مدار شکل زیر، پس از بسته شدن کلید k: (ولت‌سنج ایده‌آل است.)

الف) عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد را با اندازهٔ نیروی محرکهٔ مولد، مقایسه کنید.

ب) با قرار دادن دی‌الکتریک با ضریب k بین دو صفحهٔ خازن، ظرفیت خازن و میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن چگونه تغییر می‌کنند؟



۶ اگر ظرفیت خازن یک دستگاه دفیبریلاتور $۱۲\mu F$ باشد و با ولتاژ $۵kV$ باردار شده باشد:

الف بزرگی بار ذخیره‌شده در آن صفحه را محاسبه کنید.

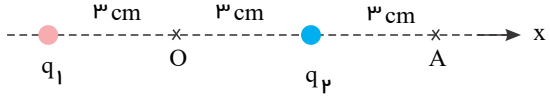
ب انرژی ذخیره‌شده در آن را محاسبه کنید.

پ اگر انرژی آن در مدت ۰٫۲۰۰ میلی‌ثانیه تخلیه شود، توان خروجی آن را محاسبه کنید.

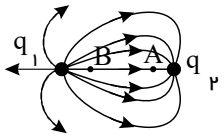
۷ دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = +۱٫۰\ nC$ و $q_2 = -۱٫۰\ nC$ مطابق شکل زیر به فاصلهٔ $۶٫۰\ cm$ از یکدیگر قرار دارند.

الف) جهت و اندازهٔ میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به دست آورید.

ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟



۸ در شکل زیر میدان الکتریکی را اطراف دو ذرهٔ باردار q_1 و q_2 مشاهده می‌کنید.



با توجه به شکل به سؤال‌های زیر با بلی و خیر پاسخ دهید:

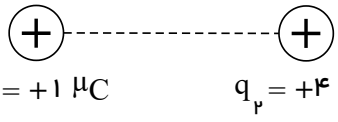
الف) نوع بار الکتریکی q_1 منفی است؟ (بلی – خیر)

ب) اندازهٔ بار الکتریکی q_1 بیشتر از q_2 است؟ (بلی – خیر)

پ) پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A کمتر از نقطهٔ B است؟ (بلی – خیر)

ت) اندازهٔ میدان الکتریکی در دو نقطهٔ A و B برابر است؟ (بلی – خیر)

۹ دو بار نقطه‌ای $q_1 = ۱\mu C$ و $q_2 = ۴\mu C$ بر روی خط راستی به فاصلهٔ ۹ سانتی‌متری از یکدیگر قرار دارند.

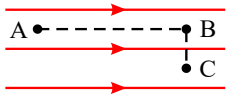


الف) در چه فاصله‌ای از بار q_1 برایند میدان الکتریکی حاصل از دو بار صفر می‌شود؟

ب) خط‌های میدان الکتریکی این بارها را به‌طور کیفی رسم کنید. $k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$

۱۰ دو بار الکتریکی $q_1 = ۳۰\mu C$ و $q_2 = ۲۷۰\mu C$ به فاصلهٔ ۴۰٫۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند. بار الکتریکی q_3 را در چه فاصله‌ای از بار q_1 قرار دهیم تا برایند نیروهای وارد بر آن از طرف بارهای q_1 و q_2 صفر شود. شکلی از مسئله رسم کنید.

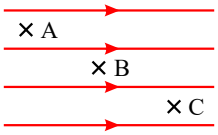
۱۱ شکل مقابل میدان الکتریکی یکنواختی را نشان می‌دهد.



الف) اگر بار $+q$ را از نقطهٔ A به B جابه‌جا کنیم انرژی پتانسیل آن چگونه تغییر می‌کند؟

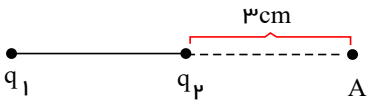
ب) اگر بار $-q$ را از نقطهٔ B به C ببریم چطور؟

۱۲ شکل روبه‌رو میدان الکتریکی یکنواختی را نشان می‌دهد. اگر بار مثبت q را در نقاط A و B و C قرار دهیم در مورد نیروی الکتریکی واردشده بر آن در هریک از این نقاط چه می‌توان گفت؟



۱۳ دو بار الکتریکی $q_1 = +۱\mu C$ و $q_2 = -۳\mu C$ در فاصلهٔ $۴cm$ از هم قرار دارند اگر بار $q_3 = +۸\mu c$ را بین دو بار q_1 و q_2 در وسط خط واصل بین آنها قرار دهیم، اندازهٔ نیرو و جهت نیروی وارد بر q_3 را به دست آورید. $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

۱۴ دو بار الکتریکی ذره‌ای $q_1 = -q_2 = ۳\mu C$ در فاصلهٔ $۷cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند.

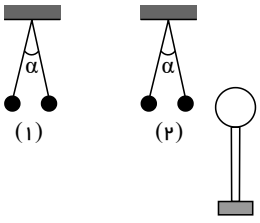


الف) به مجموعهٔ این دو بار الکتریکی چه گفته می‌شود؟

ب) بزرگی میدان الکتریکی برایند را در نقطهٔ A محاسبه نموده و بردار آن را رسم نمایید.

$k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{Nm^۲}{C^۲}$

۱۵ شکل (۱) دو آونگ الکتریکی کاملاً مشابه با بارهای مثبت و هم‌اندازه را نشان می‌دهد که با یکدیگر زاویهٔ α ساخته‌اند. یک کرهٔ رسانای بدون بار را با پایهٔ عایق مطابق شکل (۲) به گلولهٔ یکی از آونگ‌ها تماس داده و سپس دور می‌کنیم.



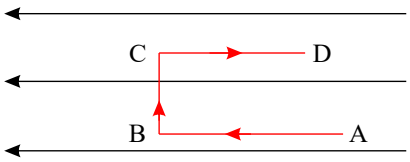
الف) با رسم شکل ساده پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟

ب) از انجام این آزمایش، چه نتیجه‌ای می‌گیریم؟

۱۶ خازن تختی با دی‌الکتریک شیشه‌ای را به دو سر باتری متصل می‌کنیم و پس از شارژ شدن آن را از باتری جدا کرده و سپس دی‌الکتریک خازن را خارج می‌کنیم خانه‌های خالی جدول زیر را با عبارت‌های (افزایش، کاهش، ثابت) کامل کرده و در پاسخ‌برگ بنویسید.

بار الکتریکی	اختلاف پتانسیل	انرژی خازن	ظرفیت خازن
الف:	ب:		پ:

۱۷ مطابق شکل، بار الکتریکی $-q$ را با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یکنواخت از A تا D در مسیرهای نشان‌داده‌شده جابه‌جا می‌کنیم.



الف) در کدام نقطه، پتانسیل الکتریکی بیشتر از سایر نقاط است؟

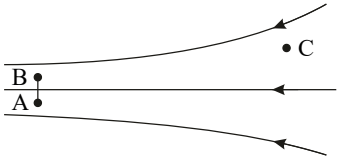
ب) در کدام مسیر، انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش می‌یابد؟

ج) در کدام مسیر، کاری که میدان در جابه‌جایی بار انجام می‌دهد، صفر است؟

۱۸ اگر فاصلهٔ بین دو بار را بدون تغییر اندازهٔ بارها ۴ برابر کنیم، نیروی بین آنها چگونه تغییر می‌کند؟

۱۹ دو صفحهٔ خازن تخت بارداری را به هم وصل می‌کنیم. در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصلهٔ آنها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیا جرقهٔ حاصل بزرگ‌تر از قبل می‌شود، یا کوچک‌تر و یا تغییری نمی‌کند؟ توضیح دهید.

۲۰ شکل روبه‌رو نقطه‌های A، B و C را در یک میدان الکتریکی نشان می‌دهد. با توجه به آن درست یا نادرست بودن عبارت‌های زیر را مشخص کنید: الف) اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطهٔ C کمتر از نقطهٔ A است.



ب) کار انجام‌شده روی ذرهٔ باردار q در جابجایی از A تا B صفر است.

پ) پتانسیل نقطهٔ A بیشتر از پتانسیل نقطهٔ B است.

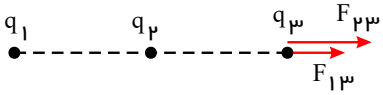
پاسخ‌نامه تشریحی

۱ علامت q_1 مثبت و علامت q_2 منفی است زیرا خط میدان از بار مثبت خارج شده و به بار منفی وارد می‌شود.

اندازهٔ بار q_1 از اندازهٔ بار q_2 بزرگ‌تر است یعنی $|q_1| > |q_2|$

زیرا خطوط میدان در اطراف بارها دارای اندازهٔ بزرگ‌تر دارای انحنای کمتری هستند (تا خط‌های متراکم‌تری بتوانند در کنار هم قرار گیرند)

۲ هر دو بار q_1 و q_2 بار q_3 را دفع می‌کنند بنابراین نیروی خالص به‌سمت راست خواهد بود:



$$F_{13} = k\frac{q_1 q_3}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{5\times10^{-6}\times 2\times10^{-6}}{(0/2)^2}$$

$$\Rightarrow F_{13} = 2/25N$$

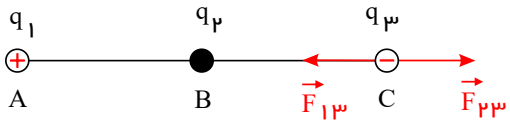
$$F_{23} = k\frac{q_2 q_3}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{10\times10^{-6}\times 2\times10^{-6}}{(0/1)^2} = 18N$$

$$F_t = F_{13} + F_{23} = 20/25N$$

$$\vec{F}_t = 20/25\,\vec{i}$$

۳

الف) منفی. چون باید بار q_3 را دفع کرده باشد تا تعادل برقرار شود.



ب)

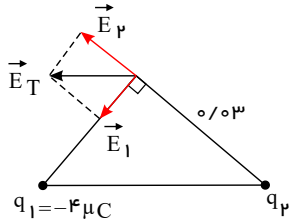
$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow k\frac{q_1 q_3}{(AC)^2} = k\frac{q_2 q_3}{(BC)^2} \Rightarrow \frac{q_1}{AC^2} = \frac{q_2}{BC^2} \xrightarrow{AC>BC} |q_1| > |q_2|$$

چون AC از BC بزرگ‌تر است پس باید صورت کسر طرف اول هم از صورت کسر طرف دوم بزرگ‌تر باشد تا تساوی حفظ شود.

۴ الف) با توجه به شکل روبه‌رو q_2 باید مثبت باشد تا $\vec{E}$ قطر متوازی‌الاضلاع دو بردار $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ باشد.

ب)

$$E_1 = k\frac{q_1}{r^2} = 9\times10^9\frac{4\times10^{-6}}{(0/03)^2} = 4\times10^7\ \frac{N}{C}$$



چون زاویهٔ بین دو بردار $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ برابر با 90° است می‌توان نوشت:

$$E_T^2 = E_1^2 + E_2^2 \Rightarrow (5\times10^7)^2 = (4\times10^7)^2 + E_2^2 \Rightarrow E_2^2 = (3\times10^7)^2 \Rightarrow E_2 = 3\times10^7\ \frac{N}{C}$$

$$E_2 = k\frac{q_2}{r^2} \Rightarrow 3\times10^7 = 9\times10^9\frac{q_3}{(0/03)^2} \Rightarrow q_2 = 3\times10^{-6}C$$

۵ الف) برابر نیروی محرکهٔ مولد است. ب) ظرفیت افزایش می‌یابد، میدان الکتریکی ثابت می‌ماند.

۶

الف

$$Q = CV = (12\mu F)(5\times10^3 V) = 6\times10^4\mu C$$

ب

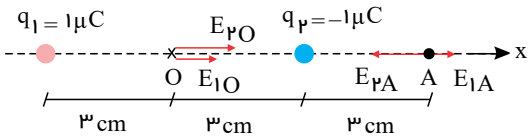
$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\times(12\mu F)(5\times10^3 V)^2 = 1/5\times10^2\mu J$$

پ

$$P = \frac{\text{انرژی}}{\text{زمان}} = \frac{1/5\times10^2\mu J}{(2\times10^{-4})} = 7/5\times10^5\mu W = 0/75W$$

۷ در نقطهٔ o، میدان الکتریکی ناشی از دو بار q_1 و q_2 هم‌جهت و در نقطهٔ A در خلاف جهت هم هستند.

الف)



$$E_{1O} = k\frac{q_1}{r^2} = 9\times10^9\frac{1\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2} = 10^4\frac{N}{C} \qquad \vec{E}_{1O} = 10^4\,\vec{i}\ (\frac{N}{C})$$

$$E_{2O} = k\frac{q_2}{r^2} = 9\times10^9\frac{1\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2} = 10^4\frac{N}{C} \qquad \vec{E}_{2O} = 10^4\vec{i}(\frac{N}{C})$$

$$\vec{E}_O = \vec{E}_{1O} + \vec{E}_{2O} = 2\times10^4\,\vec{i}\ (\frac{N}{C})$$

$$E_{1A} = k\frac{q_1}{r_A^2} = 9\times10^9\frac{1\times10^{-9}}{(9\times10^{-2})^2} = \frac{10^4}{9}\frac{N}{C} \qquad \vec{E}_1 = \frac{10^4}{9}\vec{i}\ (\frac{N}{C})$$

$$E_{2A} = k\frac{q_2}{r'_A} = 9\times10^9\frac{1\times10^{-9}}{(3\times10^{-2})^2} = 10^4\frac{N}{C} \qquad \vec{E}_{2A} = -10^4\,\vec{i}\ (\frac{N}{C})$$

$$\vec{E}_A = \vec{E}_{1A} + \vec{E}_{2A} = \frac{10^4}{9}\vec{i} - 10^4\vec{i} = \frac{-8}{9}\times10^4\,\vec{i}\ (\frac{N}{C})$$

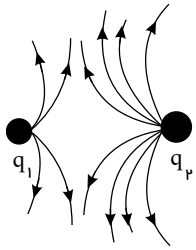
ب) خیر چنین نقطه‌ای وجود ندارد. زیرا در فاصلهٔ بین q_1 و q_2 که میدان‌ها هم‌جهت هستند و خارج از فاصلهٔ دو بار هم در هر صورت به یکی از بارها نزدیک‌تر خواهیم بود و با توجه به یکسان بودن اندازهٔ بارها امکان برابری میدان‌ها وجود ندارد.

۸ الف) خیر ب) بلی پ) بلی ت) خیر

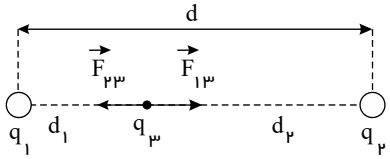
۹ چون بارهای q_1 و q_2 هم‌علامت هستند، نقطهٔ موردنظر بین بارها و نزدیک‌تر به بار با اندازهٔ کوچک‌تر است.

الف) $E_1 = E_2 \rightarrow \frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(9-x)^2} \rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{4}{(9-x)^2} \rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{9-x} \rightarrow x = 3cm$

ب) دقت کنید که چون $|q_2| > |q_1|$ است، تراکم خطوط در نزدیکی بار q_2 بیشتر از نزدیکی‌های بار q_1 است.



۱۰ بدیهی است که بار q_3، بین دو بار q_1 و q_2 قرار می‌گیرد. (بارهای q_1 و q_2 هم‌نامند)



$$\vec{F}_{13} = -\vec{F}_{23} \Rightarrow F_{13} = F_{23}$$

$$\frac{k|q_1||q_3|}{d_1^2} = \frac{k|q_2||q_3|}{d_2^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_3|} = (\frac{d_1}{d_2})^2$$

$$\Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \sqrt{\frac{3/0\mu C}{27/0\mu C}} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{3/0} \Rightarrow d_2 = 3/0d_1$$

$$d = d_1 + d_2 \Rightarrow 40/0cm = d_1 + 3/0d_1 \Rightarrow d_1 = 10/0cm$$

۱۱ الف) پاسخ به این سوال به دو روش امکان‌پذیر است. اول آنکه به بار مثبت درون میدان الکتریکی، نیرویی در جهت میدان وارد می‌شود بنابراین بار مثبت خود از نقطهٔ A به B خواهد رفت و در این جابه‌جایی انرژی هم از دست می‌دهد.

(مانند کسی که خود به مسافرت تفریحی می‌رود و برای این کار حاضر به خرج کردن پس‌انداز خودش هم هست) پس $\Delta U < 0$

روش دیگر استفاده از رابطه:

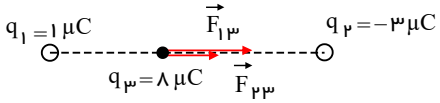
$$\begin{cases} \Delta U = -w_E = -|q|\cdot Ed\cos\theta \\ \theta = 0 \text{ زاویه بین جابه‌جایی } F_E \text{ یا همان نیروی ناشی از میدان} \end{cases} \Rightarrow \Delta U < 0$$

ب) چون بار موردنظر عمود بر خطوط میدان جابه‌جا شده است، در این جابه‌جایی کاری انجام نمی‌شود پس $\Delta U = 0$ خواهد بود.

۱۲ در میدان الکتریکی یکنواخت، اندازهٔ میدان در تمام نقاط میدان یکسان است و بر اساس رابطهٔ $F = E\cdot q$ اندازهٔ نیروی واردشده بر بار q در هر سهٔ این نقاط یکسان است و در هر سه مورد به‌سمت راست می‌باشد. زیرا به بار مثبت نیروی در جهت خطوط میدان وارد می‌شود.

۱۳

بار q_1، بار q_3 را دفع می‌کند ($\vec{F}_{13}$) و بار q_2 بار q_3 را جذب می‌کند ($\vec{F}_{23}$) پس برآیند نیروها (نیروی خالص واردشده بر بار q_3) به‌سمت راست خواهد بود:



$$F_{13}=k\frac{q_1q_3}{r^2}=9\times10^9\frac{1\times10^{-6}\times(8\times10^{-6})}{(2\times10^{-2})^2}=180N$$

$$F_{23}=k\frac{q_2q_3}{r^2}=9\times10^9\frac{3\times10^{-6}\times(8\times10^{-6})}{(2\times10^{-2})^2}=540N$$

$$\vec{F}_{\text{خالص}}=\vec{F}_{13}+\vec{F}_{23}=180\vec{i}+540\vec{i}=720\vec{i}$$

$$F_{q_3\text{ خالص وارد بر}}=720N$$

۱۴ الف) دوقطبی الکتریکی

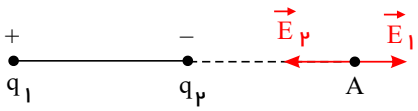
ب) ابتدا میدان الکتریکی ناشی از هریک از بارهای q_1 و q_2 را در A محاسبه کرده سپس برایند می‌گیریم:

$$E_1=k\frac{q_1}{r^2}\Rightarrow E_1=9\times10^9\frac{3\times10^{-6}}{(10\times10^{-2})^2}=2/7\times10^6\frac{N}{C}$$

$$E_2=k\frac{q_2}{r^2}\Rightarrow E_2=9\times10^9\frac{3\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2}=30\times10^6\frac{N}{C}$$

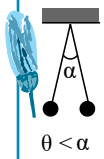
$$E_T=E_2-E_1=30\times10^6-2/7\times10^6\Rightarrow E_T=27/3\times10^6\frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_T=-(27/3\times10^6\frac{N}{C})\vec{i}$$



۱۵ الف) پس از تماس، گلولهٔ آونگ مقداری از بارش را به کره می‌دهد و نیروی بین دو گلولهٔ آونگ به‌علت کم شدن بار کم می‌شود و زاویهٔ انحراف بین دو آونگ کمتر می‌شود.

ب) نیروی الکتریکی با بار گلوله‌ها، نسبت مستقیم دارد.



۱۶ الف) ثابت – زیرا پس از اینکه خازن شارژ شد طبق رابطهٔ $Q=CV$ بار Q روی آن ذخیره می‌شود که با جدا شدن از باتری طبق اصل پایستگی بار این بار Q ثابت می‌ماند.

ب) افزایش – زیرا بر اساس رابطهٔ $C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}$ با خارج کردن دی‌الکتریک ظرفیت خازن کاهش می‌یابد ولی چون مقدار بار Q ثابت مانده است طبق رابطهٔ $Q=C\downarrow V\uparrow$، V باید افزایش یابد تا کاهش C جبران شده تساوی حفظ شود.

پ) کاهش – با خارج کردن دی‌الکتریک از بین صفحات خازن، ظرفیت آن کاهش می‌یابد.

۱۷ الف) A ب) A تا B ج) B تا C

۱۸ باید توجه کرد که طبق قانون کولن، نیروی بین دو بار الکتریکی با مجذور فاصلهٔ دو بار نسبت عکس دارد یعنی $F\propto\frac{1}{r^2}$

بنابراین اگر فاصلهٔ دوبار را ۴ برابر کنیم نیروی بین آنها $\frac{1}{4^2}$ یعنی $\frac{1}{16}$ حالت قبل می‌شود.

۱۹ اگر بار الکتریکی خازن ثابت بماند و فاصلهٔ صفحات از هم دو برابر شوند بر اساس رابطهٔ $C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}$ ظرفیت خازن نصف می‌شود. در مورد انرژی ذخیره‌شده در خازن در حالت‌های اول و دوم می‌توان نوشت:

$$U_1=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C_1}$$

$$\begin{cases}U_2=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C_2}=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{\frac{C_1}{2}}=2\times\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C_1}=2U_1\\ C_2=\frac{C_1}{2}\end{cases}$$

یعنی در این حالت انرژی ذخیره‌شده ۲ برابر حالت اول است پس جرقه‌ای که ایجاد می‌شود بزرگ‌تر از حالت قبل خواهد بود (نور و صدای ایجادشده بیشتر است.)

۲۰ الف) د خطوط در A و B متراکم‌ترند ب) د پ) ن (با حرکت در جهت خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد)